

Brunnenmeister-Fachtagung 2024

Instandhaltungsanalyse und -massnahmen für Reservoire



Vorstellung

Martin Indermitte

- › Bauingenieur und Brunnenmeister
- › Fachbereichsleiter Ver- und Entsorgung
- › seit 2011 bei Aegerter & Bosshardt AG



Sanierung von ca. 20 Trinkwasserreservoiren (AeBo)
Auftrag: Kantone BS, BL, AG, SO und BE
Mandat: Zustandsanalyse, Instandhaltungsanalyse,
Sanierungsvorschläge, Projekt und Bauleitung
Termine: 2002 - 2024

Inhalt

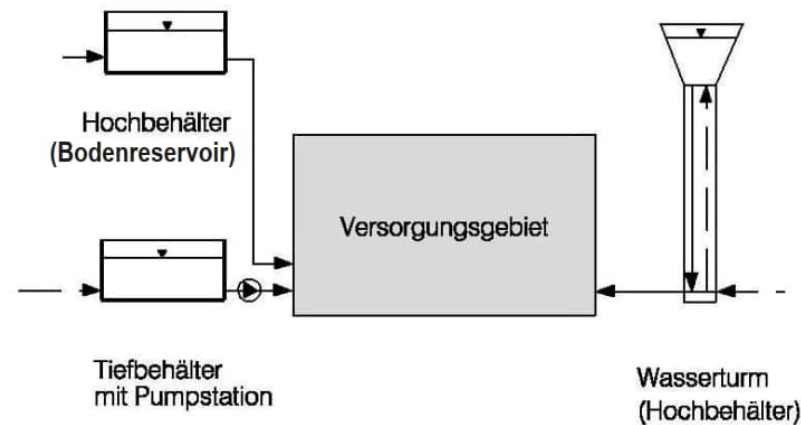
- › Einleitung
- › Gesetzliche Vorgaben und Regelwerke
- › Instandhaltung (Werterhaltung)
- › Instandhaltungsanalyse
- › Instandhaltungsmassnahmen (Sanierung)
- › Baustellenerfahrungen
- › Fazit



Einleitung

Wasserspeicher dienen in erster Linie:

- › Dem Ausgleich zwischen Wasserdargebot und Wasserbedarf (Mengenspeicher)
- › Der Erzielung eines möglichst gleichmässigen Versorgungsdruckes (Druckhaltung)



Die Instandhaltungsanalyse sowie die Instandhaltungsmassnahmen gelten für alle Trinkwasserbehälter.



Einleitung

... von der Gefährdung bis zum hygienisch einwandfreien Speicher



Hauptaufgabe des Trinkwasserbehälters ist die hygienisch einwandfreie Speicherung

Einleitung

Welchen Weg schlage ich ein?

Gesamtes Objekt betrachten, jedoch den wasserberührten Oberflächen ist spezielles Augenmerk zu geben.

- › Eine Reservoirsanierung drängt sich oft auf, wenn Betonoberflächen respektive Mörtelbeschichtungen in den Trinkwasserkammern angegriffen sind oder Rohrleitungen und Armaturen korrodieren. Die Schadenursachen sind sehr vielfältig.
- › Damit die richtigen Massnahmen ergriffen werden, sollte daher zuerst eine Zustandsanalyse durchgeführt werden. Als Instandsetzungsvarianten bieten sich in Abhängigkeit des Schadenbildes und der Ursachen verschiedene Möglichkeiten an: einfache Massnahmen mit kleiner Eingriffstiefe wie galvanische Auftrennungen oder kathodische Korrosionsschutzanlagen oder flächige Massnahmen wie Auskleidungen mit Kunststofffolien, Kunststoffplatten, nichtrostendem Stahl, mineralische Beschichtungen oder Neubau

Gesetzliche Vorgaben und Regelwerke

- › Die Wasserversorgung bzw. die Gemeinde ist dem eidg. Lebensmittelgesetz (LMG) und dessen Verordnung (LMV) sowie weiteren Gesetzen und Richtlinien (SVGW) unterstellt.
- › Gemäss dem eidg. Lebensmittelgesetz (LMG) ist die Wasserversorgung für die Qualitätssicherung des Trinkwassers zuständig.
- › Gemäss LMG gilt "Wasser für den menschlichen Konsum", also Trinkwasser, als Lebensmittel.
- › Für das Trinkwasser ist eine hygienisch einwandfreie Speicherung sicherzustellen.

Gesetzliche Vorgaben und Regelwerke

- › Lebensmittelgesetz (LMG) + Hygieneverordnung (HyV)
- › Lebensmittel- und Gebrauchsgegenständeverordnung (LGV)
- › Verordnung über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (FIV)
- › Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlichen zugänglichen Bädern und Duschanlagen (TBDV)
- › Bundesgesetz über die Produkthaftungspflicht (PrHG)
- › Kant. Verordnungen + Weisungen und Verfügungen des Kantonalen Laboratoriums
- › Sämtliche SVGW Richtlinien, insbesondere die Richtlinien W6 + W12
- › SVGW W6, April 2004, Richtlinie für Projektierung, Bau und Betrieb von Wasserbehältern
- › SVGW W3, Richtlinie für Trinkwasserinstallation
- › SVGW W4, Richtlinie für Planung, Projektierung, Bau, Prüfung sowie Trinkwasserverteilung ausserhalb von Gebäuden
- › SVGW W5, Richtlinie für Löschwasserversorgung
- › SVGW W12, Richtlinie Leitlinie für eine gute Verfahrenspraxis in Trinkwasserversorgungen
- › SVGW W1005, Empfehlung zur strategischen Planung der Wasserversorgung
- › SVGW W1007, Empfehlung Sabotageschutz von Trinkwasserversorgungen
- › FKS Richtlinie Versorgung mit Löschwasser
- › u.v.m.....

SVGW W6 zurzeit in
Vernehmlassung.



Gesetzliche Vorgaben und Regelwerke

In den Regelwerken sind Vorgaben und Anforderungen definiert:

z.B.:

Anforderungen:

- › Hygiene: gesundheitlich, mikrobiologisch und bautechnisch unbedenklich
- › Bauwerk: wasserundurchlässig, langfristig gebrauchsfähig
- › Betrieb: einfach zu reinigen
- › Optik: Bedeutung und Wert des Lebensmittels «Wasser» hervorheben (zentrales Bauwerk, evtl. Führungen ...)



Gesetzliche Vorgaben und Regelwerke



W12 Modul L Speicherung massgebend für Trinkwasserbehälter.

Das Modul L umfasst 14 Leitlinienpunkte. →

- L1 Erneuerung des Speicherinhaltes / Zirkulation in Wasserkammern
- L2 Entleerung der Wasserkammer
- L3 Wasserkammer-Belüftung
- L4 Dunkelheit der Wasserkammer
- L5 Überdeckung
- L6 Kammeroberfläche
- L7 Korrosion
- L8 Überlauf
- L9 Bezugsleitung
- L10 Reinigung
- L11 Beleuchtung der Wasserkammer
- L12 Raumklima
- L13 Analysen/Wasserqualität
- L14 Probenahmemöglichkeit

Aufbau und Anwendung W12:

Teil 1, Checklisten GVP-Vorgaben, Leitlinienpunkt M5

Leitlinienpunkt		GVP-Vorgaben erfüllt?			Kommentar/Abweichungen von den Vorgaben
		ja	nein	z. T.	
M5	Trennsysteme/Rückflussverhinderung				

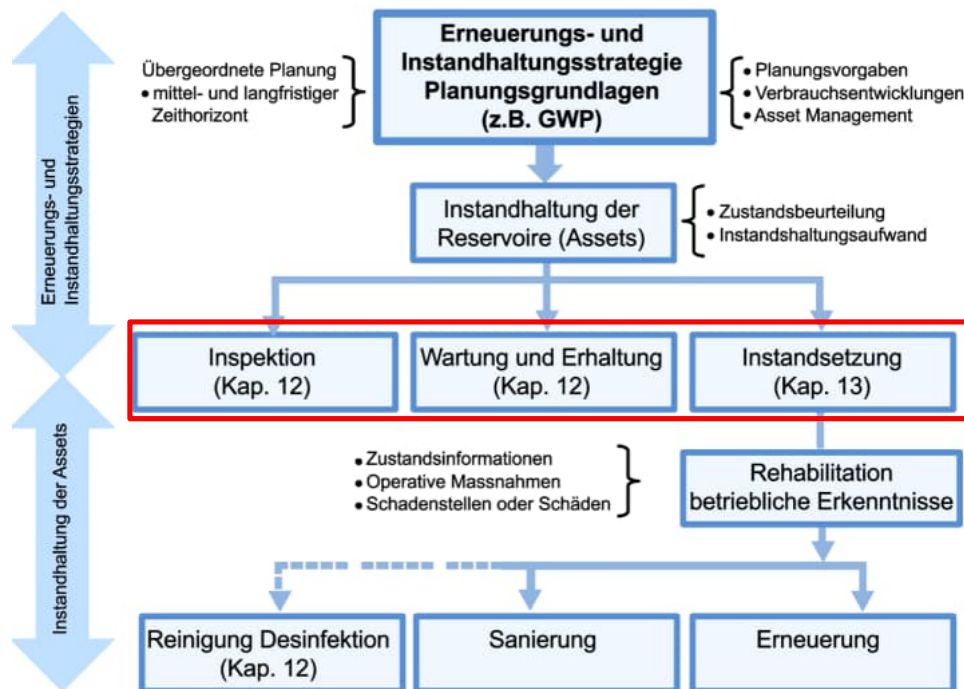
Teil 2, GVP-Vorgaben, Leitlinienpunkt M5

M5	Trennsysteme/Rückflussverhinderung	- Alle Anschlüsse von trinkwasserhygienisch problematischen Installationen an das Verteilnetz sind bekannt. Als trinkwasserhygienisch problematisch sind sämtliche Installationen zu verstehen, an denen ein Kontakt zu Wasser entsteht, das keine Trinkwasserqualität aufweist (Prozesswasser, Brauchwasser, Regenwasser, private Quellen, Baustellenanschlüsse etc.). - Sie sind mit geeigneten Trennsystemen ausgerüstet.
----	------------------------------------	---

Teil 4, Gefahrenanalyse, Prozess Verteilung und Transport

Gefährdungssituation	Kontrollpunkte	Korrekturmassnahmen
Rückfluss von Wasser ohne Trinkwasserqualität (M5, M6)	Netztrennung gegenüber permanenten oder provisorischen trinkwassergefährdenden Installationen mit Direktanschluss am Trinkwassernetz	Korrekte Netztrennung veranlassen Wartung von Trennsystemen

Instandhaltung (Werterhaltung)



Instandhaltung

- › Instandsetzung (Reparatur) umfasst Massnahmen zur Wiederherstellung Soll-Zustand
- › Sanierung geht über die Aufgaben der Instandsetzung hinaus – Eingriff in Kernsubstanz eines Bauwerks
- › Erneuerung umfasst Neu- Ausbauten von Bauwerken

Instandhaltung (Werterhaltung)

Der Ablauf der Instandsetzung ist in der neuen W6 wie folgt definiert:

1. Überprüfung der Konzeption der Wasserversorgungsanlage. GWP Vorgaben
2. Gründliche Inspektion der Wasserkammer im entleerten und gereinigten Zustand
3. Substanzbewertung mit Mängelliste der einzelnen Objekte
4. Ursachenermittlung
5. Festlegung des Umfanges der auszuführenden Arbeiten an einzelnen Objekten und deren Dringlichkeit

Instandhaltung (Werterhaltung)

- › Sanierungsmassnahmen = Zustand erreichen, der den Anforderungen aus den Regelwerken entspricht.
- › W6: zur Behebung ungenügender Oberflächenbeschaffenheit oder Überdeckung der Bewehrung erfolgt häufig eine Beschichtung oder Auskleidung der Wasserkammern.

- › Als Beschichtungssysteme zur Instandsetzung wird eine rein mineralische Zementbeschichtung empfohlen (Dickbeschichtung)

Als Auskleidung von Wasserkammern bieten sich folgende Systeme an:

- Kunststoffbeschichtung → wird abgeraten
- Kunststofffolien
- Kunststoffplatten
- Platten aus nichtrostendem Stahl

Nicht mehr Empfohlen:

- Fliesen → Fördert mikrobiologischen Wachstum
- Glasauskleidung → Fördert mikrobiologischen Wachstum

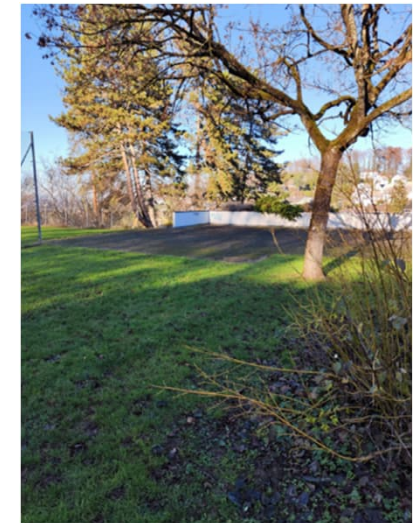
Instandhaltungsanalyse

Betriebliche Anforderungen prüfen:

Umzäunung + Absturz aussen
Einbruchssichere Türe, Türkontakt –Alarmgesichert



Nutzung der Decke prüfen



keine Öffnungen direkt über dem Wasserspiegel

Instandhaltungsanalyse

Gesamtobjekt Speicher Inspektion

Checkliste zu Modul L: Speicherung

Leitlinienpunkt	GVP-Vorgaben erfüllt?			Kommentar / Abweichungen von den Vorgaben
	ja	nein	z.T.	
L1 Erneuerung des Speicherinhaltes / Zirkulation in Wasserkammern			x	Im BP vorgesehen. Die Einlaufleitung wird verkleinert oder besser verteilt.
L2 Entleerung der Wasserkammer	x			
L3 Wasserkammer-Belüftung			x	Im BP vorgesehen. Eine neue Belüftung soll die bestehende ersetzen.
L4 Dunkelheit der Wasserkammer			x	Die Beleuchtung in der Wasserkammer muss mit dem Hauptschalter ausgeschaltet werden können.
L5 Überdeckung	x			
L6 Kammeroberfläche		x		Im BP vorgesehen. Neue mineralische Beschichtung Wände, Boden und Decke.
L7 Korrosion			x	Im BP vorgesehen.
L8 Überlauf	x			
L9 Bezugsleitung	x			
L10 Reinigung	x			
L11 Beleuchtung der Wasserkammer			x	Im BP vorgesehen. Es sind neue LED-Leuchten mit SVGW-Zertifikat vorgesehen.
L12 Raumklima	x			
L13 Analysen / Wasserqualität	x			
L14 Probenahmemöglichkeit	x			

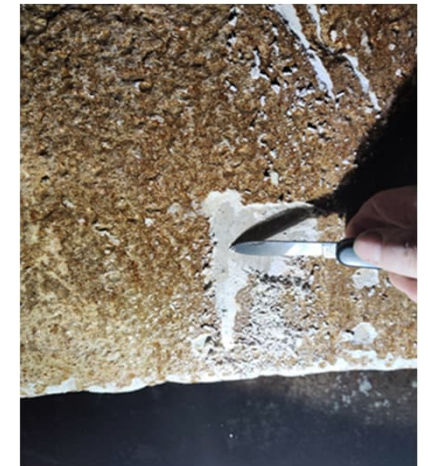
L8	Überlauf	• Es ist ein Überlauf vorhanden. • Die Überlaufleitung und nachfolgende Installationen (Siphon, Schacht, Schachtableitung usw.) sind ausreichend gross dimensioniert. Idealerweise kann das maximal zufließende Trinkwasservolumen ohne Rückstauen abfließen. Soweit dies nicht der Fall ist, ist die maximale Abflusskapazität bekannt und sie wird bei der Bewirtschaftung berücksichtigt. • Die Überlaufleitung ist durch eine Siphonierung oder eine dicht schliessende Klappe gegenüber dem Ablaufschacht bzw. Schieberhaus hygienisch abgesichert.
----	----------	--



Instandhaltungsanalyse

Typische Schäden / Mängel

- › Mangelhafter Verbund der Beschichtung zum Beton
- › Beschichtung sehr weich
- › Verfärbungen und Fleckenbildung
- › Beide Kammern miteinander verbunden
- › Fehlender Siphon bei Überlaufleitung
- › Einlauf ungünstig (Wasserumsatz)
- › Abplatzungen im Bereich ehem. Aufhängungen
- › schlechte Fugenkonstruktion, Risse, Korrosion, unglatt = Wachstum Mikroorganismen



Instandhaltungsanalyse

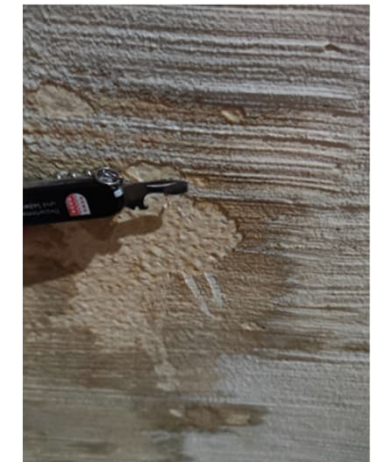
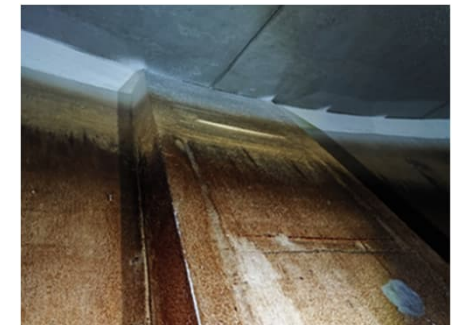
Oberflächen Wasserkammer

An Boden und Wänden Verfärbungen / Schadstellen

- › Erweichung der Beschichtung und der Betonoberfläche
- › Korrosionsschäden an der Bewehrung

Mögliche Folgen:

- › Mikrobiologischer Befall der beschädigten Beschichtung
- › Hygienisch einwandfreie Speicherung gefährdet
- › Immer grösserer Aufwand bei der Reinigung / Desinfektion
- › Betonkorrosion und einhergehende Abminderung der zu erwartenden Lebensdauer des Gesamtbauwerkes
(Schwächung Bausubstanz)



Instandhaltungsanalyse

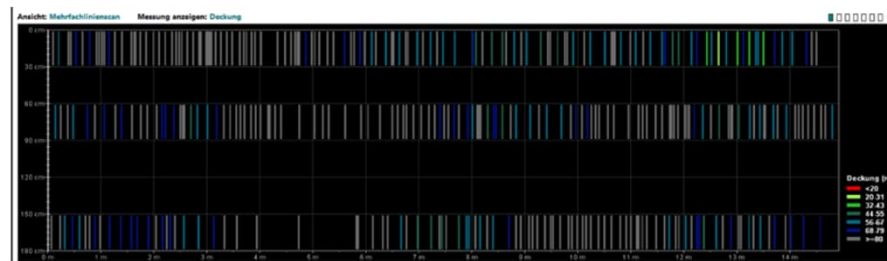
Bausubstanz

- › Lebensdauer von Betonbauwerken wird auf 80-100 Jahre geschätzt
- › Anzeichen von eingetretenem Wasser JA/NEIN
- › Wenn keine Bohrkernprobe in den Trinkwasserkammern erstellt wurde, ist es empfehlenswert, bei der nächsten Reinigung eine Probe zu entnehmen.
- › Anhand der Proben und Untersuchungen kann die Bausubstanz genauer eingeschätzt werden und zudem die aktuelle Beschichtung und die Qualität des Betons überprüft werden.

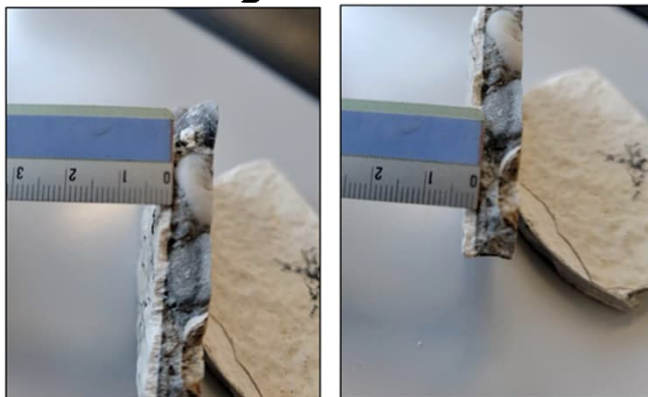
Instandhaltungsanalyse

Bausubstanz

Bestimmung der Betondeckung an den Innenwänden – Bewehrungsscan

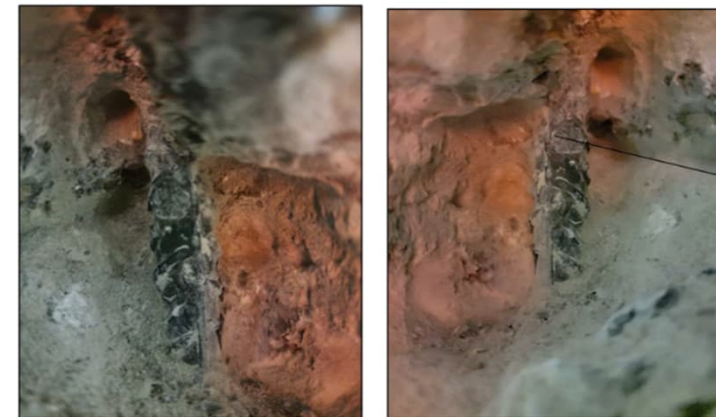


Bestimmung Schichtdicke



Wand S3, die Schichtstärke liegt zwischen 2 und 3mm.

Bestimmung Karbonatisierungstiefe (mm)

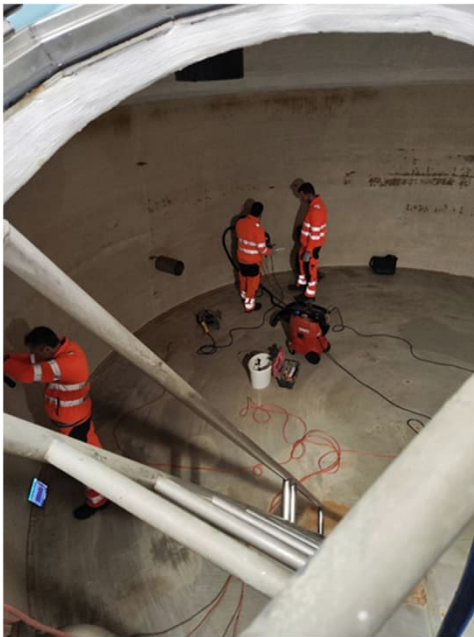


Bewehrungsstab
Ø 16mm
Betondeckung
43mm

Instandhaltungsanalyse

Bausubstanz

Bestimmung der Druckfestigkeitswerte (MPa)



Kernbohrungen Ø100mm



Bohrkerne und Sondagen verschliessen:
Trinkwasser zertifizierte Produkte einsetzen

Instandhaltungsanalyse

Bausubstanz

Auswertung

Die Bewehrungsüberdeckung (38mm-56mm) ist in Kombination mit der Karbonatisierungstiefe einzustufen

Korrosionsgrad (KG)	Bedeutung
0	blank
1	wenige Rostpunkte
2	Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
3	vollständig rostig, geringer Materialabtrag (maximal Rippung abkorrodiert)
4	Querschnittsverminderungen; Lochfrass (Angabe der Dickenminderung in mm oder % des ursprünglichen Gesamtquerschnittes)

Tabelle 1.2 Beurteilung des Korrosionszustandes von Bewehrungsstählen gemäss Merkblatt SIA 2006 [SIA 1993]. Definition der Korrosionsgrade.

Die Korrosionsgrade werden anhand der Sondagen in KG 0-4 festgelegt. Visuelle Beurteilung und Einteilung gem. SIA Merkblatt 2006.

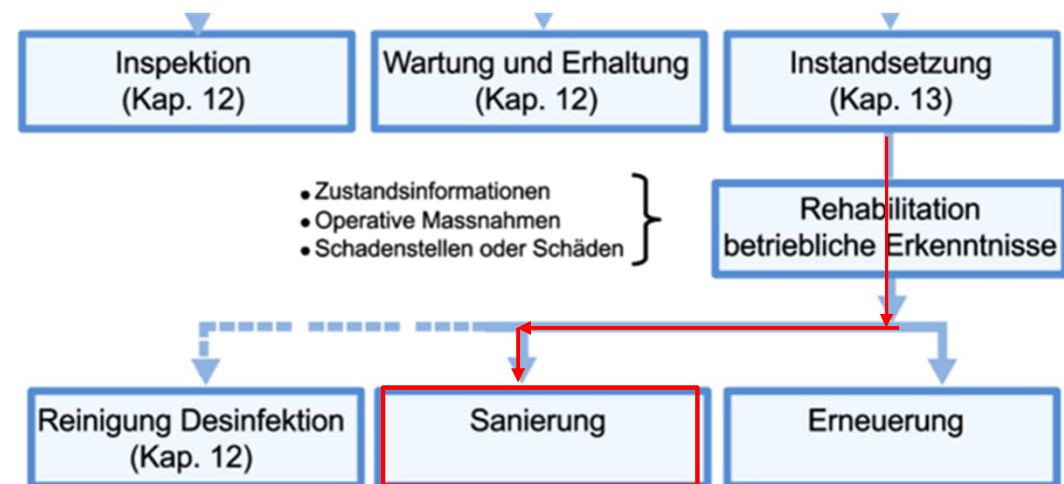
Druckfestigkeitswerte + Betongefüge beurteilen (Einbindung Gesteinskörnung in die Zementmatrix)

Die Haftzugswerte zwischen der Beschichtung und dem Substrat Beton sind meistens nicht notwendig zu ermitteln (Erfahrung)

-> Aussage zur Bausubstanz (Beton der Wasserkammern ohne die best. Beschichtung) wird als gut, mittel bis schlecht bewertet - Bei Schlechter Bewertung der Bausubstanz ist eine Erneuerung zu prüfen. (Nutzwertanalyse durchführen)

Aufgrund der Analysen, Zustandsuntersuchungen, Begehungen der Objekte, usw. wird ein Massnahmenkatalog mit Kostenschätzung erstellt

- › Damit / daraus richtigen Massnahmen treffen



Instandhaltungsmassnahmen

Herausforderungen Sanierung

› Erhöhte Anforderung an Projektverfasser / Bauleitung

Submissionsverfahren: Ausführungsrelevante Details korrekt beschreiben

Erstellung Prüf- und Kontrollplan

Überprüfung der im Kontrollplan fixierten Qualitätsanforderungen

Spezielle Bedingungen bei der Sanierung von Trinkwasseranlagen

Je eine Trinkwasserkammer ist in Betrieb - Störfallplanung

› Hohe Anforderungen an den Unternehmer:

Qualifiziertes Personal / Grosse Erfahrung

Einhaltung der bauseits geforderten Prüf- und Kontrollkriterien

Sanierung unter Betriebsbedingungen

Selbstkontrolle und nachvollziehbares Kontrollsystem der verwendeten Materialchargen etc.

Gleichbleibend hohe Qualität inkl. Applikations- und Nachbehandlungsbedingungen

Instandhaltungsmassnahmen

Sanierung

SIA Phasen einhalten / durchführen

1 Strategische Planung	2 Vorstudien	3 Projektierung	4 Ausschreibung	5 Realisierung	6 Bewirtschaftung
------------------------	--------------	-----------------	-----------------	----------------	-------------------

Teilphasen

11 Bedürfnisformulierung Lösungsstrategien	21 Definition des Bauvorhabens Machbarkeitsstudie	31 Vorprojekt	41 Ausschreibung Offertvergleich Vergabe	51 Ausführungsprojekt	61 Betrieb
	22 Auswahlverfahren	32 Bauprojekt		52 Ausführung	62 Überwachung Überprüfung Wartung
		33 Bewilligungsverfahren Auflageprojekt		53 Inbetriebnahme, Abschluss	63 Instandhaltung

Instandhaltungsmassnahmen

Umsetzung Regelwerke



- › Definiert exakt sämtliche Randbedingungen des zu erbringenden Leistungsumfang und die einzuhaltenden Qualitätsanforderungen.
- › Angebotsphase und Vergabeprozess müssen transparent und vergleichbar gemacht werden.
- › Ein wesentlicher Bestandteil des Leistungsbeschriebes ist der Kontrollplan.

Instandhaltungsmassnahmen

Sanierung Gesamtobjekt

- › Eingangstüre neu als Sicherheitstüre
- › Luftdichte Zustiegsdeckel / Drucktüre
- › Zulaufleitung erneuern
- › Anpassung Rohrkeller / automatisierte Löschwasserentnahme
- › Beleuchtung Wasserkammern SVGW zertifiziert
- › Beleuchtung Treppenhaus und Notbeleuchtung
- › Belüftung Wasserkammern
- › Zustieg usw.
- › Malerarbeiten
- › Erneuerung Oberfläche Wasserkammern (Innenbeschichtung)
- › ...



Instandhaltungsmassnahmen

Sanierung Wasserkammeroberflächen

- › Treten an Beton- oder Mörteloberflächen Schäden auf oder korrodieren metallische Einbauten, gibt es eine Vielzahl von möglichen Instandsetzungsmassnahmen, die sich bezüglich Kosten, Lebensdauer, Unterhalt, Ästhetik etc. unterscheiden. Die optimale Instandsetzungsvariante hängt zudem auch von den angetroffenen Schadenursachen ab.
- › Als Alternative zu mineralischen Beschichtungssystemen können Kunststofffolien und –platten in Betracht gezogen werden, insbesondere in folgenden Fällen:
- › Es liegt weiches, kalklösendes Trinkwasser vor, das den Beton respektive den Mörtel angreift.
- › Der bestehende Behälter ist undicht.

Instandhaltungsmassnahmen

Schadensursachen Wasserkammeroberflächen

Vergleich der Instandhaltungsmassnahme zu Schadensbilder

	KKS	Mineralisch	Folien, Platten	NRST
Weiches Wasser	0	0	+	+
Aggressive Kohlensäure	0	0	+	+
Makroelementströme/Korrosion	+	0	+	+
Weiche Flecken	+	0	+	+
Undichter Behälter	0	0	+	+

Vergleich der Instandhaltungsmassnahme zur Anforderung

	KKS	Mineralisch	Folien, Platten	NRST
Migration in Trinkwasser	0	0	0 (-)	+
Mikroorganismen	+	+	0 (-)	+
Visuelle Kontrolle	+	+	-	-
Mech. Belastbarkeit	0	+	0 (-)	0
Unterhalt	0	0	0	+
Kosten	+	0	+	-
Erfahrung	0	+	0	0

+ positiver Einfluss 0 neutral - negativer Einfluss

Instandhaltungsmassnahmen

Beschichtungssystem

mineralische Beschichtung Zweck: dient als Schutzschicht von Wasserkammeroberflächen

Lebensdauer: 30-50 Jahre

Untergrund: Vorbehandeln

- › sauber, fett-/ölfrei, genügende Rauheit
- › lose, schlechthaftende Teile sowie best. Zementhaut, Anstriche ... entfernen
- › lokale Betonsanierung (Reprofilieren)

Zementmörtel:

- › Zusammensetzung: Zement, Sand, Wasser Zusatzstoffe (z.B. Silikastaub) farbig lieferbar
- › auf Betonoberfläche aufgespritzt oder mit Traufel aufgetragen, anschliessend von Hand abgeglättet
- › Betondecke: evtl. spritzrau (Tauwasser)

Instandhaltungsmassnahmen

Beschichtungssystem

› Mineralische Innenbeschichtung



- › Abtrag der bestehenden Beschichtung und der angegriffenen Betonoberfläche
- › Auftrag einer neuen Innenbeschichtung aus Zementmörtel: Stärke 15 mm
- › Ausbildung einer optimalen Oberfläche als Schutzfläche zur Bausubstanz



Instandhaltungsmassnahmen

Beschichtungssystem Kontrollplan

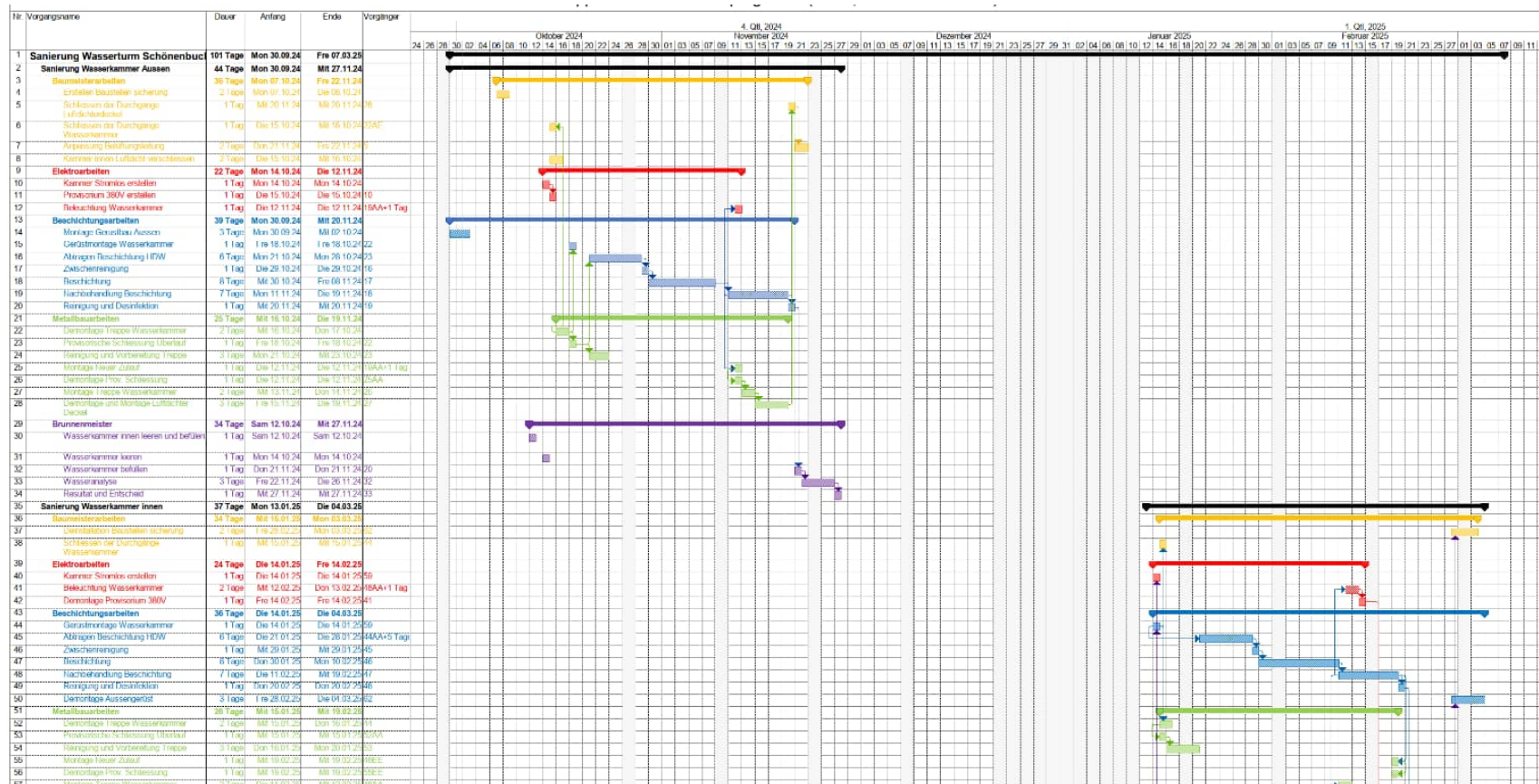
- › In diesem Dokument sind die Arbeitsschritte, die Prüf- und Kontrollkriterien, die Häufigkeit/Intervalle, die Anforderungen, die zulässigen Abweichungen und die Massnahmen bei Nichterfüllung aufgeführt.
- › Ebenso wird definiert, wer für die Durchführung der Prüfungen verantwortlich ist.
- › Mit diesem Instrument lassen sich viele, manchmal für alle Parteien unangenehme Diskussionen vermeiden oder zumindest in eine vorgegebene Richtung lenken.
- › Gerade bei der Feststellung von Ausführungsmängeln ist es wichtig, dass die daraus zu ziehenden Konsequenzen allen Beteiligten bekannt sind.



Pos.	Kontrolle Arbeitsschritt	Prüf- / Kontrollkriterien	Häufigkeit / Intervall	Anforderungen	Zulässige Abweichungen	Massnahme bei Nichterfüllung	Prüfzeitpunkt	Prüfer
3.6	Haftung Spritzbeton auf Untergrund	Haftzugfestigkeit: Vor Ort, Stempel Ø 50 mm, min. 10 mm Anbohren im Altbeton	gem. Devis	f_{ct} Min. = 1.0 N/mm ² f_{ct} Mit. = 1.5 N/mm ²	Je nach Altbetonqualität, im Normalfall keine	Rücksprache mit der Bauleitung Normalfall: Entfernen und erneuern	14 - 28 Tagen	L

Instandhaltungsmassnahmen

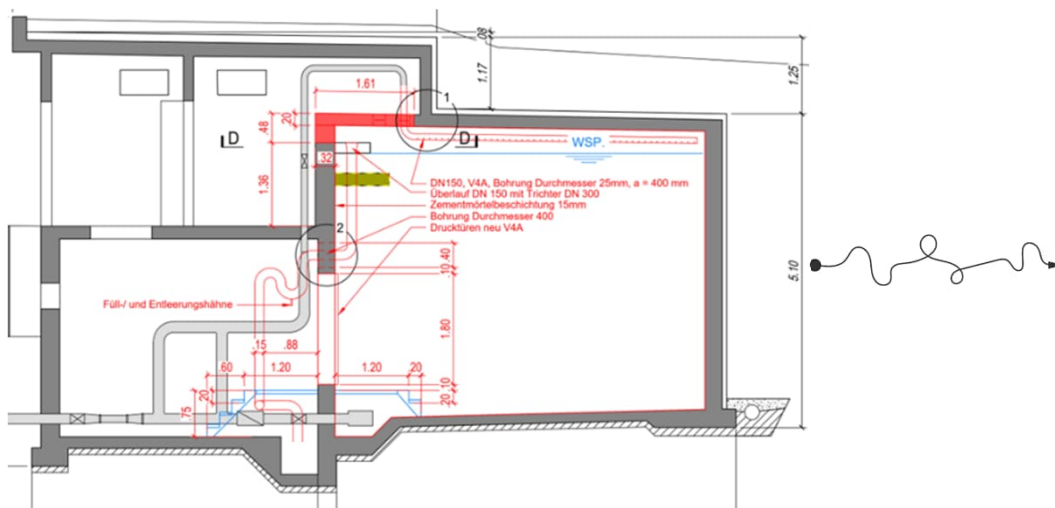
Sanierung Termine



Ø 5-6 Gewerke koordinieren

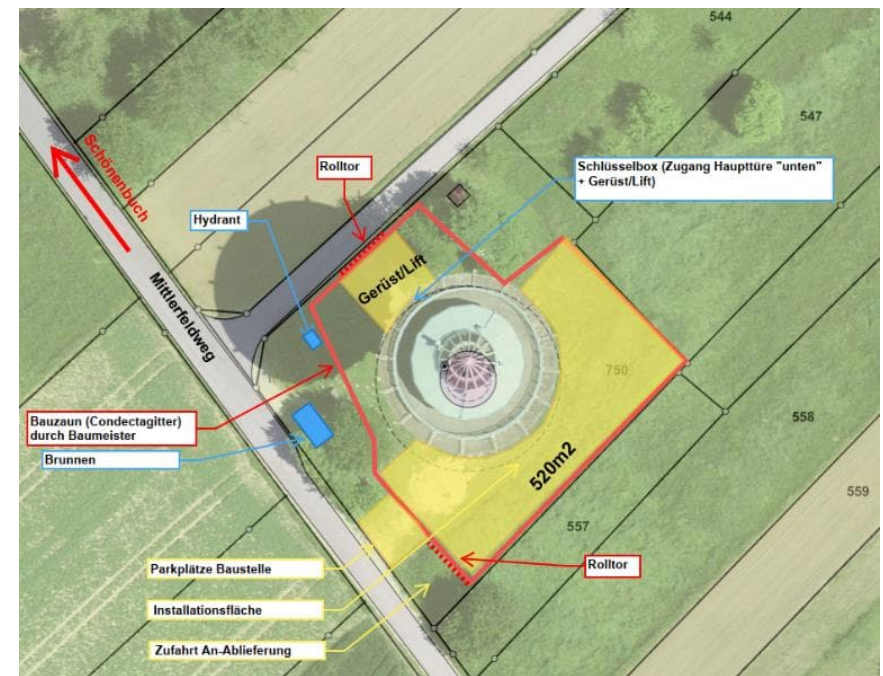
Baustellenerfahrungen

... vom Plan bis zum hygienisch einwandfreien Speicher



Hauptaufgabe des Trinkwasserbehälters ist die hygienisch einwandfreie Speicherung

Baustellenerfahrungen



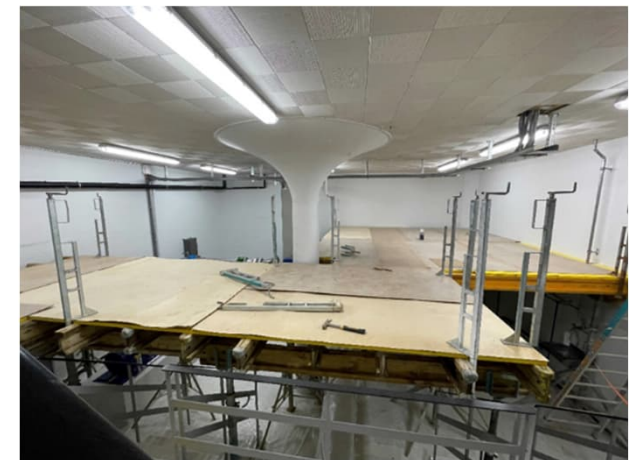
Baustellenerfahrungen

Installation



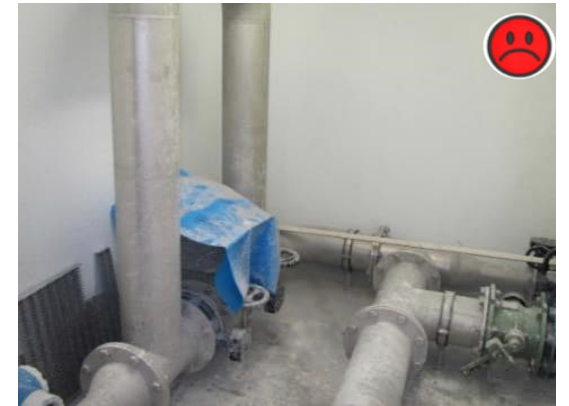
Vor Ort:
Tel. Listen, Notfallnummern,
Hinweise anbringen usw.

Anwohnerinfo



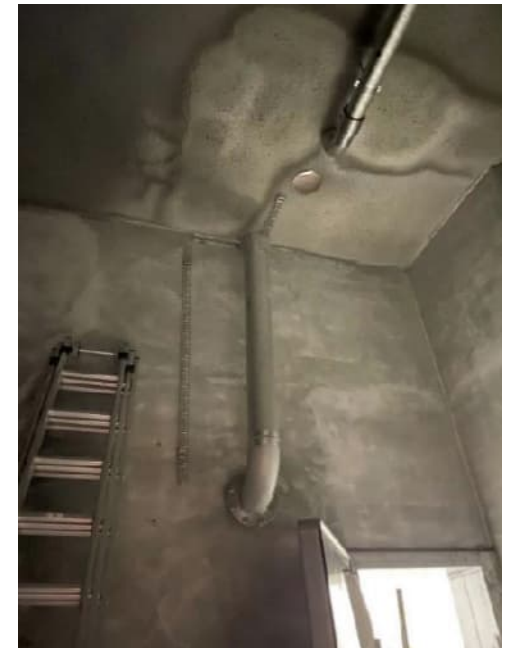
Baustellenerfahrungen

Schutzmassnahmen



Baustellenerfahrungen

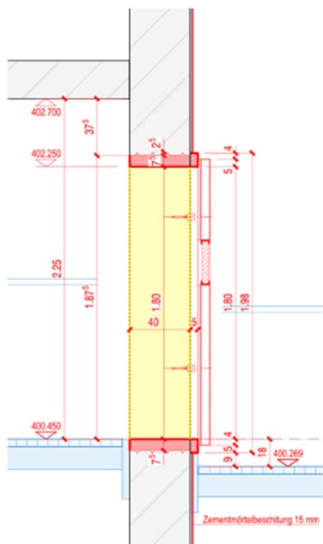
Drucktüre und Überlaufleitung



Baustellenerfahrungen

Drucktüre

DETAIL 1
1:20
Drucktüre



DETAIL 2
1:20
Drucktüre



Baustellenerfahrungen

Mineralische Beschichtung



Stütze nach Abtrag

Wandfläche Applikation Beschichtung



Erfolgte Beschichtung Wand + Stütze



Fazit

- › Es gibt eine Vielzahl von Objekten mit angegriffenen Oberflächen.
- › Es gibt eine Vielzahl von Sanierungsmassnahmen.
- › Regelwerke W6 und W12 sind sehr gute Hilfsmittel für eine erfolgreiche Instandhaltung und Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben
- › Eine Schadensanalyse und der Sanierungsplan zusammen mit dem Kontrollplan sind sehr wichtige, für die Gesamtqualität entscheidende Faktoren
- › Eine Sanierung erfordert hohe Fachkompetenz bei Planern und Fachunternehmungen
- › Eine zunehmende Sensibilisierung auf diese Schadensbilder ist erkennbar
- › Die Sanierungslösungen zielen mehrheitlich auf einschichtige, rein mineralische Zementmörtel-Beschichtungen
- › Die Materialien werden laufend weiterentwickelt
- › Bei richtiger Applizierung haben die heutigen Beschichtungen eine Lebenserwartung von mind. 30 - 50 Jahren

Fragen



Genutzte Quellen und Fotos in der Präsentation:

Reservoir Froloo, Therwil, 22'500 m³

SVGW Regelwerke, div. Fachliteratur, Vorlesungsunterlagen
Brunnenmeisterkurs, Projektunterlagen aus 12 Jahren Erfahrung bei Aegerter & Bosshardt AG